

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of	)	Examiner:
R. ADAMIETZ, et al.	)	
Serial No.: Unknown	)	Art Unit:
Filed: Herewith	)	Confirmation:
For: <b>EVACUATING DEVICE</b>	)	
Attorney Docket No.:	)	Cleveland, OH 44114
LYBZ 2 00090	)	November 25, 2004

STATEMENT OF VERIFIED ENGLISH TRANSLATION

Commissioner For Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

The undersigned translator is fluent in German and English and that to the best of his/her knowledge and belief, the enclosed is a true and accurate translation of the German-language PCT Patent Application No. PCT/EP2003/005136 (WO 2004/015272 A1).

The undersigned further declares that all statements made in this affidavit of his/her own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful and false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issuing thereon.

Signed: Stephen Denny Date: November 25, 2004

By: Stephen Denny  
(Typed Name of Translator)

P. O. Box 521, Berkeley, CA 94701-0521  
(Address of Translator)

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/517113

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



WIPO	PCT
REC'D 25 JUN 2003	
WIPO	PCT

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 24 604.1

**Anmeldetag:** 4. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** Leybold Vakuum GmbH, Köln/DE

**Bezeichnung:** Evakuierungseinrichtung

**IPC:** F 04 D 19/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stoib

## Evakuierungseinrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Evakuierungseinrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Sollen in einer Prozesskammer oder in einem anderweitigen Rezipienten Drücke erzeugt werden, die im Hochvakuumbereich ( $\leq 10^{-3}$  mbar) liegen, ist es üblich, Evakuierungseinrichtungen mit einer saugseitigen und einer atmosphärendruckseitigen Vakuumpumpe (Vorvakuumpumpe) einzusetzen. Die saugseitige Vakuumpumpe ist in der Regel als mechanische, kinetische Vakuumpumpe ausgebildet. Dazu gehören Gasringpumpen, Turbovakuumpumpen (axial, radial) sowie Molekular- und Turbomolekularvakuumpumpen.

Bei Drücken der genannten Art verhalten sich die zu fördernden Gase molekular, d.h., dass eine gerichtete Strömung nur durch Pumpstrukturen erreicht werden kann, die den einzelnen Gasmolekülen Impulse mit einer bevorzugten Richtung, der gewünschten Strömungsrichtung, geben. Da die Gasmoleküle in der zu evakuierenden Kammer keine bevorzugte Bewegungsrichtung haben, gelangen nur solche Gasmoleküle in den Ansaugstutzen der angeschlos-

senen Vakuumpumpe, welche zufällig diese Bewegungsrichtung haben.

Aus der EP-363 503 A1 ist eine Evakuierungseinrichtung der hier betroffenen Art bekannt. Rotor und Stator der mechanischen kinetischen Vakuumpumpe sind zylindrisch ausgebildet. Um zu erreichen, dass möglichst viele Gas-moleküle in den Ansaugstutzen der an die Kammer angeschlossen, also saugseitigen Vakuumpumpe eintreten, besitzt der Rotor eine konische Nabe, deren Durchmesser in Richtung Druckseite zunimmt. Die Breite der Stege zwischen der Nabe und der zylindrischen Innenfläche des Stators nimmt dementsprechend in Richtung Druckseite ab. Diese Lösung hat den Vorteil, dass der Eintrittsquerschnitt für die sich molekular verhaltenden Gase, d.h. die saugseitige Ringfläche, in die die zu fördern-den Gase eintreten, relativ groß ist. Eine Evakuierungseinrichtung der bekannten Art ist deshalb für solche Applikationen besonders geeignet, bei denen die Forderung nach hohen Gasdurchsätzen besteht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Evakuierungseinrichtung der hier betroffenen Art in Bezug auf die Forderung nach hohen Gasdurchsätzen weiterhin zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche gelöst.

Allein dadurch, dass die saugseitige Ringfläche, in die die sich molekular verhaltenden Gase eintreten, bei der erfindungsgemäßen Pumpe in radialer Richtung weiter au-

Ben liegt, wird selbst bei einer zylindrischen Gestaltung der Rotornabe eine Vergrößerung des Eintrittsquerschnittes erreicht, da der Eintrittsquerschnitt quadratisch mit dem Radius der äußeren Rotorgeometrie zunimmt. Die Verlagerung der die Gasförderung bewirkenden Bauteile des Rotors (Stege) radial nach außen hat außerdem höhere Umfangsgeschwindigkeiten zur Folge, wodurch der Gasdurchsatz weiterhin erhöht wird.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Nabe wie bei der Evakuierungseinrichtung nach dem Stand der Technik konisch gestaltet ist. Bei einer in dieser Weise ausgebildeten Evakuierungseinrichtung ist der Eintrittsquerschnitt um ein mehrfaches größer als beim Stand der Technik.

Schließlich ist es vorteilhaft, wenn die Linien, die die Form des Außendurchmessers des Rotors sowie des Innendurchmessers des Stators in einem Längsschnitt durch die saugseitige Vakuumpumpe darstellen, derart nach innen gewölbt kurvenförmig verlaufen, dass die Steigung der Kurven von der Saugseite zur Druckseite zunimmt. Besonders zweckmäßig ist es, wenn diese Linien im wesentlichen die Form einer Hyperbel haben. Diese Gestaltung der saugseitigen Vakuumpumpe gewährleistet eine optimale und vor allem störungsfreie Strömung der geförderten Gase und trägt damit wesentlich zum Ziel der Verbesserung des Gasdurchsatzes bei. Insgesamt wird eine wesentliche Verbesserung der Leistungsdichte erreicht, d. h., dass das Verhältnis der Leistungsfähigkeit der saugseitigen Vakuumpumpe zu ihrer Masse wesentlich größer ist als beim Stand der Technik.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 4 schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden.

Es zeigen

- Figur 1 einen Schnitt durch eine Lösung mit konischem Stator und zylindrischer Rotornabe,
- Figur 2 einen Schnitt durch eine Lösung mit konischem Stator und konischer Rotornabe,
- Figur 3 einen Schnitt durch eine Lösung mit nach innen gewölbtem Stator und nach außen gewölbter Rotornabe und
- Figur 4 eine Lösung nach Figur 3, in der der Rotor in Ansicht dargestellt ist.

In den Figuren sind die Einrichtung nach der Erfindung mit 1, die saugseitige Vakuumpumpe mit 2 und die nur als Symbol dargestellte atmosphärendruckseitige Vakuumpumpe mit 3 bezeichnet. Die saugseitige Pumpe 2 ist als mechanische kinetische Vakuumpumpe ausgebildet. Sie weist ein dreiteiliges Gehäuse 4 mit den Abschnitten 5, 6 und 7 auf. Der saugseitige Abschnitt 5 ist mit einem Flansch 8 ausgerüstet, der die Ansaugöffnung 9 bildet und dem Anschluss an ein zu evakuierendes System dient. Seine Innenwand 10 bildet das Statorbauteil der mechanischen kinetischen Vakuumpumpe 2. Der Gehäuseabschnitt 5 umgibt den Rotor 11. Dieser umfasst eine Nabe 12, die

auf ihrer Außenseite die die Gasförderung bewirkende Struktur 13 trägt. Dabei handelt es sich um Stege 14 (vgl. insbesondere Figur 4), deren Steigung und Breite von der Saugseite zur Druckseite abnehmen, wie es z. B. aus der EP 363 503 A 1 bekannt ist. Die Drehachse des Rotors 11 ist mit 15 bezeichnet. Zwischen der Außenkontur des Rotors 11 und dem Stator, d. h. der Innenwand 10 des Gehäuses 4 befindet sich der Spalt 16, der zur Vermeidung maßgeblicher Rückströmungen möglichst klein sein soll.

Der zumindest innen konisch gestaltete Gehäuseabschnitt 5 stützt sich auf dem mittleren, im wesentlichen zylindrischen Gehäuseabschnitt 6 ab. Der untere Teil des Gehäuseabschnittes 5 ragt mit einem unteren Endabschnitt 18 in den Gehäuseabschnitt 6 hinein, und zwar bis zum druckseitigen Ende des Rotors 11. Die vom Rotor 11 und vom Stator 8 geförderten Gase gelangen in eine Ringkammer 19, an die der Auslassstutzen 21 angeschlossen ist. Dieser steht mit der atmosphärendruckseitigen Vakuumpumpe 3 über die Leitung 22 in Verbindung.

Die Nabe 12 ist hohl ausgebildet. Im Bereich der Saugseite weist sie eine Scheibe 23 auf, die einen druckseitigen Hohlraum 24 in der Nabe 12 von der Saugseite trennt.

Der untere Gehäuseabschnitt 7 ist etwa topfförmig ausgebildet und am mittleren Gehäuseabschnitt 6 befestigt. Zusammen mit dem druckseitigen Hohlraum 24 in der Nabe 12 bildet er einen Motor- und Lagerraum. In den Figuren 1 bis 3 sind ein Antriebsmotor und Lagerungen für den

Rotor im einzelnen nicht dargestellt. Diese Bauelemente sind an sich bekannt. Die Lagerung besteht zweckmäßig aus Magnetlagern. Sie sind für mechanische kinetische Vakuumpumpen wegen der hohen Rotordrehzahlen besonders geeignet. In Figur 4 sind diejenigen Teile des Antriebs- und Lagersystems, die in den Gehäuseabschnitt 7 hinein ragen, dargestellt. Erkennbar sind ein Notlauf-lager 25 und Bauteile 26 einer Wirbelstrombremse (?).

Bei den Lösungen nach den Figuren 1 und 2 sind die Außenkontur des Rotors 11 und der Stator 10 Innenfläche des Gehäuses 2 konisch ausgebildet, und zwar derart, dass die Durchmesser der Außenkontur des Rotors und des Stators von der Saugseite zur Druckseite abnehmen. Dadurch wird die gewünschte Vergrößerung sowohl des Eintrittsquerschnittes für die aus dem angeschlossenen Rezipienten zu entfernenden Moleküle als auch der Umfangsgeschwindigkeit der Struktur 13 erreicht. Bei der Ausführung nach Figur 2 ist die Nabe 12 des Rotors 11 ebenfalls konisch ausgebildet, und zwar derart, dass der Nabendurchmesser von der Saugseite zur Druckseite zunimmt. Die Eintrittsfläche für die zu fördernden Moleküle wird durch diese Maßnahme weiterhin vergrößert.

Bei den Ausführungen nach den Figuren 3 und 4 weisen die Außenkontur des Rotors 11 und der Stator 10 eine nach innen gerichtete Wölbung auf. Versuche und Rechnungen haben ergeben, dass durch diese Maßnahme eine wesentlich verbesserte, d. h. von Störungen befreite Gasströmung durch die Pumpe 2 erreicht werden kann.



Besonders zweckmäßig ist es, wenn Stator 10 und die Außenkontur des Rotors 11 einen hyperbolischen Verlauf haben. Ergebnis dieser Maßnahme ist die folgende Rechnung:

Einem stark vereinfachten Ansatz zur Beschreibung der Funktionsweise einer Gewindepumpe folgend, kann man bei einer Vernachlässigung von Slip-Effekten und Spaltrückströmung folgenden Zusammenhang schreiben:

$$q = \frac{zhUa \cos \alpha}{2 \left(1 + \frac{s}{h}\right)} p - \frac{zh^3 a p}{12\eta} \frac{dp}{dx}$$

mit

z	Anzahl Kanäle
h	Gewindetiefe
U	Umfangsgeschwindigkeit
a	Kanalbreite
$\alpha$	Gewindesteigung
s	Spalt zwischen Gewindesteg-Oberkante und Stator
p	gemittelter Druck in einem Gewindeteilstück dx
$\eta$	dyn. Viskosität
q	Gasfluss

Der erste Term beschreibt die Cuette Strömung und der zweite Term die durch den Druckgradienten entstehende Kanalrückströmung. Alle Geometriedaten, mit Ausnahme der Kanaltiefe können als über die axiale Länge im wesentlichen konstant angenommen werden. Außerdem wird der Nenner im ersten Term durch 2 angenähert, da das Verhältnis  $s/h$  eher klein ist. Auch die Viskosität wird als eine vom Druck unabhängige Größe approximiert.

Man kann daher schreiben:

$$q = Ahp - Bph^3 \frac{dp}{dx}$$

oder

$$\frac{dp}{dx} = \frac{A}{Bh^2} - \frac{q}{Bph^3}$$

Dies bedeutet, es gibt für einen vorgegebenen Druck  $p$  und Gasflow  $q$  eine bestimmte Kanaltiefe  $h$ , bei der der Druckgradient maximal wird. Diese optimale Kanaltiefe kann durch die Ableitung von  $dp/dx$  nach  $dh$  gefunden werden:

$$\frac{d}{dh} \left( \frac{dp}{dx} \right) = 0 = -\frac{2A}{3h^3} + \frac{3q}{Bph^4}$$

oder auch

$$h_{\text{opt}}(x) = 9q / 2ABp(x)$$

Bei einem linearen Druckverlauf in der Pumpe ergibt sich daher in einem Koordinatensystem mit der Drehachse 15 als  $\chi$ -Achse ein hyperbolischer Kanaltiefenverlauf über die axiale Länge des Rotors, und zwar derart, dass die Steigung der Hyperbel von der Saugseite zur Druckseite hin abnimmt. Die Lage von  $\chi$ - und  $\gamma$ -Achse sind in Figur 3 angedeutet. Dieses Verhalten wird auch durch die Simulation mittels CFD Software bestätigt, die eine schwächere Pumpleistung des Rotors aufzeigt, wenn seine Außenkontur konisch oder gar zylindrisch ist. Da man bei einer optimalen Rotorauslegung automatisch den Mas-

sen- und damit Reibflächeneinsatz minimiert, kann man im direkten Vergleich höhere Gasdurchsätze fahren.

Bei dieser Rechnung wurde die Form der Rotornabe 12 zunächst unberücksichtigt gelassen. Sie kann zylindrisch, konisch oder nach außen gewölbt - wie in den Figuren 1 bis 4 dargestellt - ausgebildet sein. Vom Gesichtspunkt der einfachen Herstellung ist die konische Form (Figur 2) vorzuziehen. Vom Gesichtspunkt einer möglichen störungsfreien Strömung ist eine schwache Wölbung nach innen - zweckmäßig ebenfalls hyperbolisch - zweckmäßig.

**Evakuierungseinrichtung****PATENTANSPRÜCHE**

1. Einrichtung (1) zur Evakuierung einer Kammer auf Drücke im Hochvakuumbereich, bestehend aus einer saugseitigen Vakuumpumpe (2) und einer atmosphärendruckseitigen Vakuumpumpe (3); die saugseitige Vakuumpumpe (2) ist als mechanische kinetische Vakuumpumpe mit einem Rotor (11) und einem Stator (10) ausgebildet; der Stator (10) besitzt eine rotationssymmetrische Innenfläche, die der äußeren Rotorgeometrie angepasst ist; der Rotor (11) der mechanischen kinetischen Vakuumpumpe (2) ist mit einer die Gasförderung bewirkenden Struktur (13) ausgerüstet; die die Gasförderung bewirkende Struktur besteht aus Stegen (14), deren Steigung und Breite von der Saugseite zur Druckseite abnehmen; die Evakuierungseinrichtung (1) mit den vorstehenden Merkmalen ist dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser des Rotors (11) und der Innendurchmesser des Stators (10) der saugseitigen

Vakuumpumpe (2) ebenfalls von der Saugseite zur Druckseite abnehmen.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Bestandteil des Rotors (11) eine Nabe (12) ist, die zylindrisch ausgebildet ist und die Stege (14) trägt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Bestandteil des Rotors (11) eine Nabe (12) ist, die die Stege (14) trägt und die im wesentlichen derart konisch ausgebildet ist, dass ihr Durchmesser von der Saugseite zur Druckseite zunimmt.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Linien, die die Form des Außendurchmessers des Rotors (11) sowie des Innendurchmessers des Stators (10) in einem Längsschnitt durch die saugseitige Vakuumpumpe (2) darstellen, derart nach innen gewölbt kurvenförmig verlaufen, dass die Steigung der Kurven in einem Koordinatensystem, bei dem die Rotorachse (15) die  $\chi$ -Achse bildet, von der Saugseite zur Druckseite abnimmt.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Linien, die die Form der Rotornabe (12) in einem Längsschnitt durch die saugseitige Vakuumpumpe (2) darstellen, derart nach außen gewölbt sind, dass ihre Steigung von der Saugseite zur Druckseite abnimmt.

6. Einrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die gewölbten Linien im wesentlichen die Form einer Hyperbel haben.

## Evakuierungseinrichtung

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung (1) zur Evakuierung einer Kammer auf Drücke im Hochvakuumbereich, bestehend aus einer saugseitigen Vakuumpumpe (2) und einer atmosphärendruckseitigen Vakuumpumpe (3); die saugseitige Vakuumpumpe (2) ist als mechanische kinetische Vakuumpumpe mit einem Rotor (11) und einem Stator (10) ausgebildet; der Stator (10) besitzt eine rotationssymmetrische Innenfläche, die der äußeren Rotorgeometrie angepasst ist; der Rotor (11) der mechanischen kinetischen Vakuumpumpe (2) ist mit einer die Gasförderung bewirkenden Struktur (13) ausgerüstet; die die Gasförderung bewirkende Struktur besteht aus Stegen (14), deren Steigung und Breite von der Saugseite zur Druckseite abnehmen; um den Gasdurchsatz zu verbessern, wird vorgeschlagen, dass der Außendurchmesser des Rotors (11) und der Innendurchmesser des Stators (10) der saugseitigen Vakuumpumpe (2) ebenfalls von der Saugseite zur Druckseite abnehmen.

(Figur 1)

Fig. 1

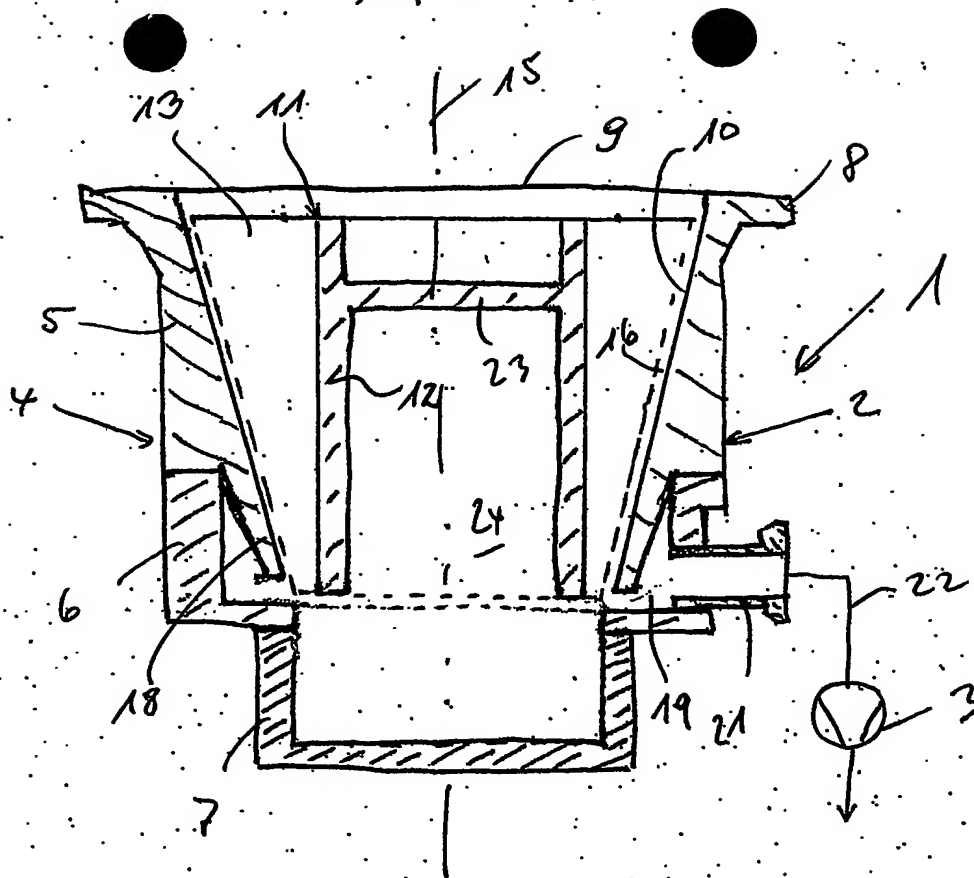
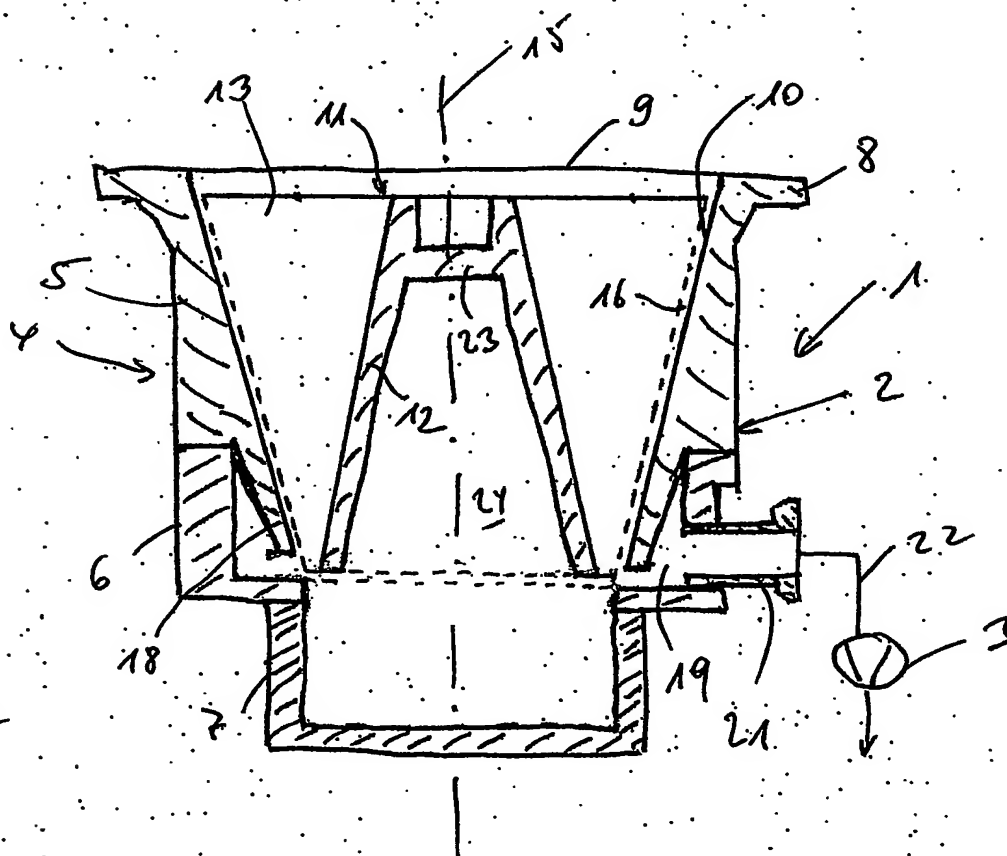


Fig. 2





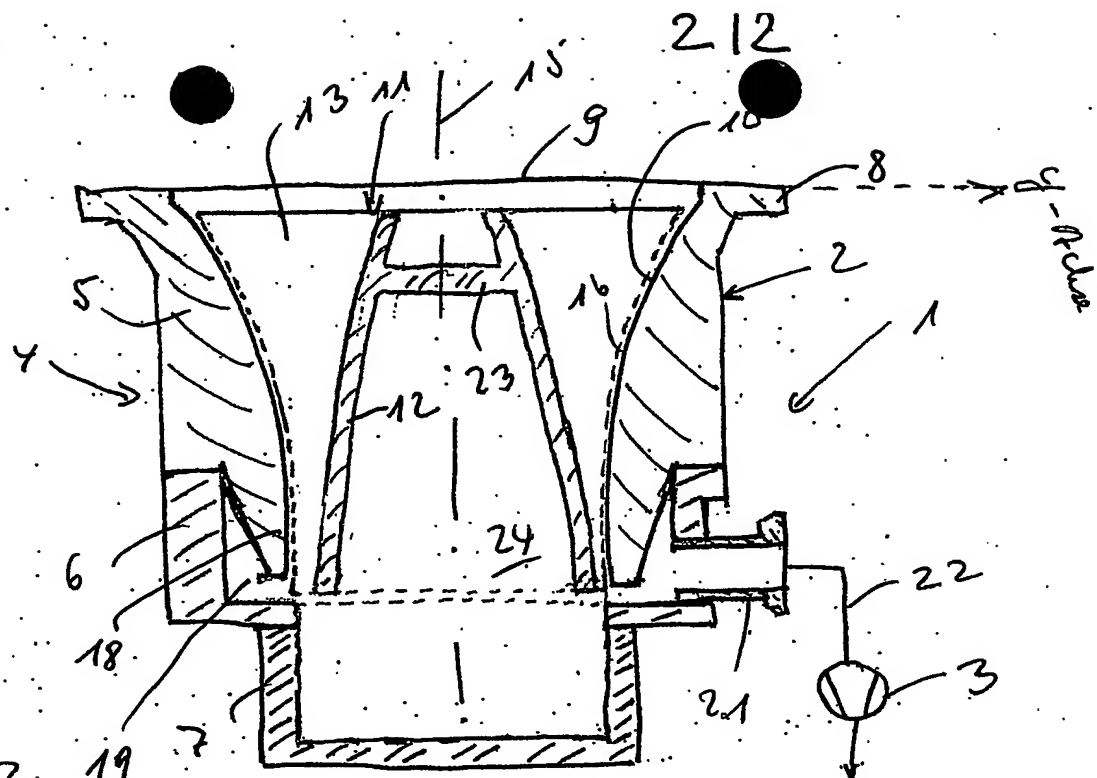
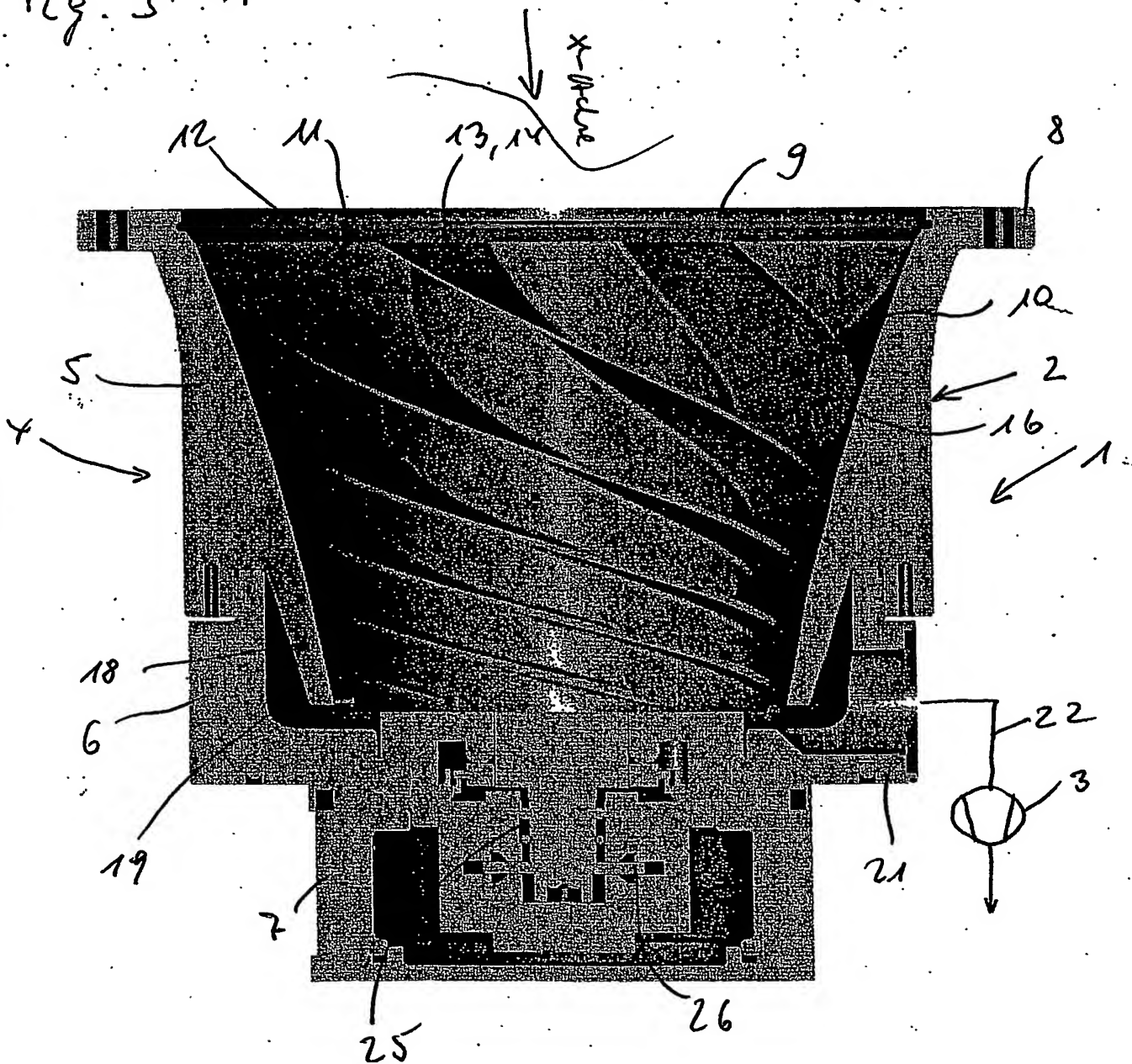


Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**